

GIUSEPPE SCHIAVINATO

SULLE ROCCE DIABASICHE COMPRESSE NEGLI SCISTI
DI EDOLO IN VAL CAMONICA (Lombardia)

Premessa.

Il rilevamento geologico-petrografico del Gruppo del Baitone, nella regione nord-occidentale del Massiccio dell'Adamello, che da alcuni anni ho in corso ⁽¹⁾, impone la soluzione di alcuni problemi particolari fra i quali riveste particolare interesse quello che forma oggetto della presente nota. Questa si propone da una parte di precisare le caratteristiche chimico-petrografiche delle rocce eruttive basiche affioranti in forma di filoni o di ammassi anche molto estesi nelle formazioni metamorfiche sudalpine che vengono a contatto con la massa granodioritico-tonalitica nel settore nord-occidentale del Massiccio dell'Adamello; dall'altra di esaminare e di risolvere il controverso problema dell'età delle rocce basiche in questione. Riguarda cioè due aspetti ugualmente essenziali sia per la rappresentazione cartografica come per la impostazione degli studi sui caratteri e sulla successione temporale dei fenomeni magmatici interessanti la regione.

Le difficoltà connesse alla soluzione di tali problemi hanno consigliato di estendere le osservazioni anche in zone originariamente non comprese nell'area da rilevare, area di cui la allegata cartina rappresenta un limitato settore nel quale le manifestazioni di rocce basiche entro gli scisti assumono un caratteristico sviluppo.

È presumibile che le conclusioni alle quali si perviene nella presente nota, in base ad indagini condotte con unità di metodo e con finalità ben definite, possano essere estese ad altre regioni limitrofe nelle quali si rinvencono rocce analoghe a quelle qui descritte senza che esistano le condizioni indispensabili per definirne la vera natura ed i rapporti con le altre formazioni eruttive.

(1) Il rilevamento, da me iniziato nel 1948, e sui cui risultati preliminari ho già riferito in una precedente nota [25], rientra nel piano di attività del Centro Studi di Petrografia e Geologia del C.N.R. presso l'Università di Padova diretto dal Prof. Angelo Bianchi.

Cenni topografici e geologici.

L'area rappresentata nella cartina allegata è compresa nelle tavolette «Edolo», «Sonico», «Lovero Valtellino» e «Malouno» del foglio 19 «Tirano» della carta d'Italia. E' solcata dall'alta Val Camonica il cui fianco sinistro, formato dalle pendici occidentali del gruppo montuoso Aviolo-Baitone, appartiene topograficamente al Massiccio dell'Adamello; il fianco destro della valle è invece costituito in parte, a Nord di Edolo, dalle pendici meridionali dei monti che separano l'alta Val Camonica dalla Valtellina, in parte, a Sud di Edolo, dall'estrema propaggine orientale della catena orobica.

La costituzione geologica è piuttosto complessa. Nella regione affiorano infatti formazioni appartenenti a due distinte unità tettoniche, con rocce metamorfiche e sedimentarie attraversate da formazioni eruttive in massa e filoniane di diversa età.

Una importante linea di dislocazione tettonica denominata «linea insubrica» o «linea del Tonale» attraversa la nostra regione passando circa 3 Km. a Nord di Edolo in direzione all'incirca Est 25° Nord.

Le formazioni scistose che affiorano a Nord di tale linea di dislocazione appartengono all'unità tettonica delle Austridi superiori (Tirolidi) e comprendono: *a*) micascisti muscovitici o a due miche, spesso nodulari, a granato e staurolite; *b*) micascisti e paragneiss a due miche o prevalentemente biotitici, spesso sillimanitici, e granatiferi, talora iniettati «letto a letto» e trasformati in gneiss kinzigitici. Quest'ultima formazione scistosa, nota nella letteratura petrografica con il nome di «scisti del Tonale» è ricca di intercalazioni, generalmente concordanti, di ortogneiss pegmatitici, per lo più tormaliniferi, di potenza variabile da pochi cm. a qualche m.; meno frequenti sono, nell'area considerata, intercalazioni di marmi ed anfiboliti che in zone limitrofe assumono notevole sviluppo.

Per ulteriori dettagli sui caratteri litologici di queste formazioni scistose a Nord della linea insubrica rimando a mie precedenti pubblicazioni [24, 25].

A Sud della linea insubrica si hanno i terreni dell'unità tettonica delle Alpi Meridionali. Essi sono rappresentati nella nostra regione: *c*) da rocce scistose sudalpine, le quali vengono a contatto



G SCHIAVINATO
**CARTINA GEOLOGICO-PETROGRAFICA
 DELLA ZONA DI EDOLO (LOMBARDIA)**

Km 0 1 2

-  ALLUVIONI RECENTI ED ATTUALI
-  CONIDI DI DEIEZIONE
-  DETRITO E CONI DETRITICI
-  MORENICO E CORDONI MORENICI
-  FILONI ACIDI ED APOFISI DELLA MASSA GRANO-DIORITICA - PORFIRITI MICACEE (PROB. TERZIARIE)
-  TONALITE
-  GRANODIORITE
-  TRIAS
-  PERMIANO
-  DIABASI
-  ORTOGNEISS CHIARI, COLMITI
-  QUARZITI
-  SCISTI SUD-ALPINI (FILLADI QUARZIFERE E MICASCISTI)
-  ID. ID. IN FACIES METAMORFICA DI CONTATTO
-  SCISTI DEL TONALE
-  ORTOGNEISS PEGMATITICI
-  MARMI
-  ANFIBOLITI
-  MICASCISTI A GRANATO E STAUROLITE

verso oriente con la massa eruttiva terziaria dell'Adamello e sono limitate verso Sud da una linea di dislocazione secondaria detta «linea della Gallinera» che qui decorre quasi parallelamente alla linea insubrica passando circa 3 Km. a Sud di Edolo; d) da un lembo di Trias inferiore lungo la Val Rabbia, costituito da arenarie micacee e marne rosse e grigie del Servino; e) da arenarie permiane talora in facies conglomeratiche di «Verrucano».

Particolare interesse, ai fini della presente indagine, riveste la formazione metamorfica di cui alla lettera c) nella quale prevalgono filladi quarzifere sericitico-cloritiche con micascisti e letti di quarzite, intercalazioni di ortogneiss e di rocce basiche. Di quest'ultime si tratta diffusamente nelle pagine che seguono.

La giacitura degli scisti sudalpini, come è schematicamente indicato nella cartina geologica mediante l'andamento del tratteggio, è poco variabile in vicinanza della linea insubrica dove presenta una direzione media E 25° N e pendenza 70°-80° NW. Tale si mantiene anche all'incirca sul fianco destro della Val Camonica nell'area rappresentata; mentre sulle pendici occidentali del M. Aviolo, verso i contatti con la massa eruttiva granodioritico-tonalitica, gli scisti tendono ad assumere una direzione NS fino a N 30-40° W e pendenze molto variabili.

Sui fenomeni di metamorfismo di contatto interessanti la formazione degli scisti sudalpini e sul significato della distinzione originariamente proposta da Salomon in «scisti di Edolo» e «scisti di Val Rendena» nell'ambito del settore considerato, ho già avuto occasione di intrattenermi in una precedente nota [25].

Distribuzione delle rocce filoniane basiche della regione di Edolo.

Cenno ai lavori precedenti.

Le prime segnalazioni precise e corredate da ricerche petrografiche di qualche rilievo sui filoni basiche della nostra regione risalgono al 1890 e si devono a W. Salomon [22]. Nel suo lavoro dedicato al M. Aviolo, questo autore si occupa in particolare anche di 20 rocce filoniane del M. Colmo, del M. Piccolo, della Valletta di Sonico, della Val Moia e della Val Finale distinguendole in tre gruppi (porfiriti quarzoso-micacee, porfiriti anfiboliche, porfiriti ad augite ed uralite) sulla base della composizione mineralogica e

senza alcun riguardo ai loro rapporti con la massa «tonalitica» (1) principale la cui età era ancora vagamente indicata come «più recente dei circostanti scisti cristallini».

Gli stessi campioni esaminati da Salomon, ed altri numerosi successivamente raccolti dallo stesso e da Riva formarono l'oggetto di un pregevole studio petrografico (Riva 1896) dal titolo «Le rocce *paleovulcaniche* del Gruppo dell'Adamello»; in questo sono fornite descrizioni, con qualche analisi chimica, di molti filoni, alcuni dei quali compresi nella massa granodioritico-tonalitica dell'Adamello e quindi sicuramente più *recenti* di questa. Nel lavoro del Riva le rocce filoniane sono ordinate secondo la classificazione dello Zirkel in: dioriti, porfiriti dioritiche, diabasi e porfiriti diabasiche.

Il problema veniva successivamente ripreso dallo stesso Salomon [23] che, nel capitolo finale della sua fondamentale opera sul massiccio dell'Adamello, tratta diffusamente delle «rocce eruttive filoniane scure» osservate da lui stesso e da altri sia in piena massa eruttiva come nelle formazioni metamorfiche e sedimentarie rincassanti. Ritenendo di non possedere ancora sufficienti dati su tali filoni, e considerando il loro problema non strettamente pertinente al tema fondamentale dell'opera, Salomon li riunisce tutti sotto la denominazione provvisoria di «porfiriti». A completamento di un primo elenco già compilato da Riva (op. cit.), l'autore fornisce poi una lunga serie di tabelle nelle quali sono riportate le località e le osservazioni geologiche essenziali relative a 347 affioramenti di filoni scuri in oltre duecento località diverse; ma avverte che tali numeri potrebbero risultare anche raddoppiati in seguito a più accurate ricerche di campagna; 136 filoni sono compresi nelle rocce sedimentarie (dal permiano alla dolomia principale), 56 nella massa granodioritico-tonalitica, 113 negli scisti. Un numero considerevole di filoni appartenenti alla seconda e terza categoria ricade nella regione cui particolarmente si riferisce il presente lavoro.

Assegnata ormai con esauriente documentazione un'età terziaria alle masse eruttive dell'Adamello, nell'opera in parola Salomon pone per la prima volta il problema dell'età dei filoni basici. Ri-

(1) In effetti, come risulta dalla allegata cartina geologica, la massa eruttiva del M. Aviole è essenzialmente granodioritica.

conosce che alcuni di questi sono indubbiamente più recenti delle masse tonalitiche, e che per altri sembra invece molto verosimile un'età pretonalitica. Pur non possedendo prove esaurienti al riguardo, fa sua una ipotesi già avanzata da Cozzaglio [8] assegnando a quest'ultimi un'età triassica. Nel citato elenco degli affioramenti filoniani, Salomon definisce però come sicuramente pretonalitico solo un filone presso il Lago gelato nella conca del Baitone, filone che è tagliato da una apofisi della tonalite nella quale sono inclusi blocchi del filone stesso. In realtà il filone scuro di cui parla l'autore, e che io stesso ho potuto osservare durante il rilevamento, è attraversato da filoni aplitici che rappresentano fasi tardive della attività magmatica dell'Adamello; il fenomeno descritto da Salomon lascia perciò adito all'ipotesi, sia pure poco attendibile, che l'età del filone scuro sia intermedia fra quella della massa tonalitica e quella delle apliti.

E' importante tuttavia rilevare che l'esigenza di una distinzione fra filoni basici più antichi delle masse eruttive terziarie e filoni basici legati a quest'ultime era chiaramente sentita da Salomon al quale mancavano però rilevamenti sufficientemente dettagliati e precisi dati petrochimici per porla in termini chiari e definitivi.

Nessuna luce viene fatta a tale riguardo dai successivi lavori sull'argomento. In due note successive sui filoni diabasici della Valle di Corteno, fra Edolo e il Passo dell'Aprica, F. Azzini [1, 2] porta bensì un contributo notevole alla conoscenza delle caratteristiche petrografiche di tali rocce; ma quando accenna al problema delle loro età (problema che non poteva affrontare data la ristrettezza dell'area considerata) si dimostra convinto che esse siano « posteriori o almeno contemporanee alla intrusione tonalitica » adducendo a sostegno della sua tesi argomenti scarsi e affatto convincenti.

Anche nella cartina geologica d'assieme delle rocce eruttive delle Alpi Bergamasche recentemente compilata da De Sitter [9, Tav. XVI] e allegata alla memoria conclusiva di numerosi lavori sulla geologia della catena Orobica ad alcuni dicchi basici della Valle dell'Aprica, in parte corrispondenti a quelli studiati da F. Azzini, viene attribuita un'età *terziaria*. Va notato però che la zona in questione non è stata oggetto di studi diretti da parte dei geologi olandesi, i quali descrivono invece nel resto della catena Orobica numerosi filoni in parte ritenuti terziari, in parte triassici.

Risultati dei nuovi rilevamenti.

Nel corso delle mie escursioni per il rilevamento al 25.000 della regione di cui si tratta ho avuto modo di rintracciare gli affioramenti di rocce basiche filoniane segnalati da Salomon ed altri autori soprattutto lungo le strade principali; ma spingendomi anche in luoghi meno facilmente accessibili ho potuto rinvenire molti altri filoni scuri finora sconosciuti e qualche massa basica veramente cospicua.

Ciò vale in particolare per l'aspra Val Finale, resa ora quasi priva di acque e quindi percorribile sia pure con difficoltà nella sua parte inferiore, in seguito alla creazione di un piccolo sbarramento a q. 1100 circa. Il vallone, inciso dalle acque impetuose del torrente ed ora quasi asciutto nella stagione estiva, offre vaste superfici rocciose perfettamente scoperte che consentono una osservazione delle masse basiche e dei loro rapporti con le rocce scistose; osservazione che altrove è resa per lo più difficile dalla estesa copertura detritica, morenica o erbosa oltre che dalla irrilevante differenza di colore e di aspetto fra rocce filoniane e rocce incassanti.

Oltre ad un gruppo di 4 filoni diabasici vicinissimi e di potenza inferiore ad un m, i soli osservati da Salomon e Riva nella media Val Finale (q. 1160), merita di essere ricordata per questa località una massa basica della potenza di 8-10 m. che attraversa la valle verso q. 1100 formando una soglia in corrispondenza della quale sono impostate le opere murarie per la derivazione dell'acqua del torrente. Nella roccia eruttiva si notano numerose superfici di scorrimento e piccole vene di quarzo.

Un centinaio di metri più in basso è ben visibile sul fianco destro della valle un filone basico potente da 2 a 3 metri che attraversa in discordanza un letto di quarzite. Verso q. 950 si incontra una seconda massa eruttiva verde-scuro piuttosto estesa che sul letto del torrente affiora per alcune decine di metri poggiando a valle in discordanza sulle filladi quarzifere; essa non è delimitabile verso l'alto a causa della vegetazione.

Un ultimo filone dall'aspetto simile ai precedenti e con una potenza di circa 2 metri appare fra le filladi sul fianco sinistro del torrente poco sopra lo sbocco della Val Finale nella Val Canonica.

Come risulta dalla cartina, numerosi filoni di potenza per lo

più limitata appaiono in prossimità dell'Oglio, a Nord di Edolo; essi sono messi in evidenza dai tagli eseguiti per la costruzione della strada nazionale, sulla destra del fiume, e lungo le due strade che dal paese di Mu si dirigono verso Incudine.

Anche per questo settore le segnalazioni di Salomon (n.º 98, 99, 100 del suo elenco di filoni scuri) risultano parziali e mancanti di indicazioni topografiche esatte. Da Sud a Nord, sul fianco sinistro del fiume, a 500 m. circa da Mu, ho osservato in breve spazio quattro filoni della potenza di circa un metro, discordanti, subverticali e diretti all'incirca EW. Mezzo Km. più a Nord, di fronte a Casa Basioli, altri due filoni verde-scuri distanti qualche decina di metri uno dall'altro ed alquanto più potenti dei precedenti (fino a 4 m.). In uno di quest'ultimi sono ben visibili i piani di scorrimento e di laminazione. Ancora con direzione all'incirca EW e pendenza 80-90° si rinvengono due filoni lungo la strada più alta da Mu alla Val Finale; quello più settentrionale che ha una potenza di 2-3 metri rappresenta probabilmente la prosecuzione del filone affiorante sulla destra dell'Oglio immediatamente a Nord dei tornanti della statale.

Dieci affioramenti filoniani osservati lungo la nazionale da Edolo allo sbocco della Valle del Mortirolo, presentano caratteristiche petrografiche e di giacitura analoghe a quelle dei filoni della sponda sinistra dell'Oglio. Notevoli per potenza e freschezza quelli presso i tornanti della statale ed allo sbocco della Valle di Cadinasso circa 3 Km a Nord di Edolo e quello al distrutto ponte di S. Brizio, 100 m. a Sud dell'osteria di Iscla. Alcuni di questi filoni, e particolarmente quelli più settentrionali, presentano marcate superfici di scorrimento; uno di essi, subconcordante e potente 70-80 cm., attraversa la strada in salita per Monno, a q. 920, ed ha un aspetto decisamente milonitico. Fra tutti quelli da me osservati quest'ultimo filone è il più prossimo alla linea di dislocazione in-subrica.

Ma la zona nella quale le rocce basiche assumono la maggior diffusione e le potenze più rilevanti è quella delle pendici meridionali del Dosso Torricla a N ed a NW di Edolo. Mi limito a ricordare qui i soli affioramenti che per la loro estensione o per qualche carattere particolare rivestono maggiore importanza ai fini del presente lavoro.

Tipici filoni diabasici con struttura ofitica a grana molto grossa

si osservano a NW di Edolo, verso q. 1000, lungo la mulattiera da S. Clemente; essi presentano giaciture talora subconcordanti, talora nettamente discordanti rispetto alle filladi o alle quarziti. Uno di questi filoni è stato da me analizzato e studiato in particolare e di esso dirò pertanto nelle pagine seguenti.

Circa 2 Km. a Nord di Edolo, presso Clot (a q. 1220) ho osservato un esteso affioramento di roccia diabasica abbastanza fresca a forma piuttosto irregolare di ammasso largo parecchie decine di metri ed allungato in direzione W NW-E SE per poco meno di un Km. fino alle baite Ciap. In prossimità di queste la roccia è attraversata da piani di movimento, ed il contatto con le quarziti grigio-chiare, visibile verso l'alto, sembra di natura tettonica.

Altri filoni di potenza variabile da uno a più metri si rinven-
gono salendo da Ciap verso baita Fontana (q. 1550) e Prabello o verso Sauli e baita Lucia. Sulla cima del Dosso Campla (q. 1664) un filone di diabase potente oltre 10 m. attraversa le filladi, mentre poco più a Nord una analoga formazione eruttiva a grana piuttosto minuta in un banco di quarzite è ben visibile specialmente lungo i sentieri intorno a baita Salina.

Anche lungo la strada nazionale che da Edolo sale al Passo dell'Aprica o nelle sue immediate vicinanze è abbastanza frequente incontrare rocce basiche filoniane fra gli scisti. Cito ad esempio i filoni presso il Tiro a segno e quelli a q. 900 circa, immediatamente a Nord di casa Niccolina. Di tre affioramenti osservati ad Est di Vico il più notevole per potenza e freschezza si trova 200 m. circa ad Est dell'abitato presso un capitello al bivio della mulattiera.

Numerosi altri filoni analoghi che si trovano più ad W verso Galleno, Corteno ed il Valico dell'Aprica sono stati oggetto di studio particolare da parte di F. Azzini [1, 2]. Qualcuno di questi raggiunge potenze molto considerevoli (fino a 40-50 m.) tanto da dar vita, come è avvenuto per esempio di recente nei pressi di Corteno, ad importanti cave di pietrisco per massicciate stradali e per impasti di calcestruzzo o di bitume.

Negli scisti del M. Faet, a Sud di Edolo, le rocce filoniane sono meno numerose ed assumono talora caratteristiche particolari. Non mancano invero tipi perfettamente analoghi a quelli precedentemente citati, di composizione mineralogica plagioclasico-pirosenica e struttura da intersertale ad ofitica. Cito fra questi il filone di-

scordante nelle filladi poco sopra la mulattiera a Nord del Fletta. Ma più di frequente avviene che l'orneblenda bruna assuma uno sviluppo prevalente sull'augite, mentre la struttura si fa per gradi decisamente porfirica. Tipico è a tale riguardo il filone che, con direzione NW-SE, taglia a q. 1460 la mulattiera da M. Faet a casa Bruno; di esso riporterò in seguito l'analisi chimica e mineralogica.

Un cenno particolare meritano alcuni filoni, con caratteristiche macroscopiche e composizione mineralogica completamente diverse da quelle di tutti i filoni diabasici o diabasico-porfirici verde scuri di cui ho finora trattato. Essi si rinvencono alla destra dell'Oglio, sui dossoni lisciati dai ghiacciai che fronteggiano la grande conoide di Rino. Si tratta di rocce di tinta grigia a grana minuta e di aspetto talora francamente porfirico per la presenza di interclusi bianchissimi di feldspato. Due di questi filoni sono già segnalati da Salomon [23, n. 107 dell'elenco dei filoni], cento m. a Nord della chiesetta di S. Andrea (q. 693 dell'allegata cartina). Un terzo, con caratteristiche identiche, direzione EW, subverticale, di potenza variabile da alcuni cm. ad un m., affiora 150 m. più a Nord. Componente mineralogico essenziale di queste rocce, assieme al feldspato, è la biotite; mancando tuttora dati relativi al loro chimismo ritengo opportuno mantenere per esse la definizione di « porfiriti micacee » introdotta da Salomon e Riva. Dal complesso dei caratteri litologici, e tenuto conto dell'età attribuita a filoni analoghi che attraversano formazioni mesozoiche nella stessa catena orobica, ad W della regione da me considerata [9], appare come estremamente probabile per queste porfiriti micacee un'età terziaria ed un rapporto genetico con il magmatismo dei massicci eruttivi alpini.

Tale correlazione è invece indiscutibile per i filoni aplittici che si osservano nelle parti periferiche della massa granodioritica dell'Aviolo e che si spingono nelle formazioni incassanti scistose e permiane.

Gli ultimi due gruppi di filoni meso e persilicici, probabilmente o sicuramente terziari sono qui ricordati solo per fornire un quadro completo delle manifestazioni filoniane nell'area prescelta a rappresentare le condizioni geologiche e la distribuzione delle rocce diabasiche che costituiscono l'oggetto fondamentale di questo lavoro e delle quali soltanto sarà detto più in particolare nelle pagine seguenti.

Petrografia delle rocce diabasiche.

L'aspetto macroscopico delle rocce basiche che in forma di filoni o di ammassi si trovano negli scisti della zona di Edolo è poco variabile. Il tipo prevalente è microgranulare compatto, con tinta da verde scura a nerastra. Nelle masse più estese la roccia diviene decisamente fanerocristallina tanto da lasciar distinguere ad occhio nudo i plagioclasti biancastri o verdolini, i pirosseni o gli anfiboli verdi scuri fino a neri, e talora la biotite dai colori bronzei. Non di rado si riconoscono, specie nelle superfici di frattura, gruppi di cristallini di pirite.

Sensibili differenze di grana sono quasi sempre rilevabili fra la parte centrale e le salbande dei filoni maggiori.

Le rocce molto dure, hanno sempre un aspetto di grande freschezza essendo l'effetto dell'alterazione superficiale limitato a sottili patine di tinta bruna o arancione.

Soltanto con l'aiuto del microscopio è possibile stabilire alcuni raggruppamenti fondamentali. Le differenze sono in parte riconducibili al predominio di uno dei componenti principali (plagioclasio, pirosseno o anfibolo) ma soprattutto a differenze nelle condizioni di cristallizzazione. Si hanno infatti alcuni tipi strutturali diversi benchè legati da termini di transizione. Più diffuse sono le strutture diabasio-granulari con plagioclasti raggiati divergenti; da una parte esse passano, nelle rocce a grana fine, verso strutture intersertali; dall'altra, nelle masse maggiori a grana grossa, presentano passaggi alla struttura ofitica. Alcuni tipi sia pirossenici che anfibolici, danno invece luogo ad aggregati abbastanza spiccatamente porfirici.

Appare quindi abbastanza logica una classificazione delle nostre rocce in tre gruppi:

a) *Diabasi propriamente detti*, con struttura da intersertale ad ofitica e composizione mineralogica essenzialmente plagioclasico-pirossenica.

b) *Porfiriti diabasiche*, plagioclasico-pirosseniche.

c) *Porfiriti diabasiche anfiboliche*, con anfibolo come minerale primario, prive o quasi di augite.

Al termine « diabase » viene qui attribuito il significato cor-

rente nella moderna letteratura petrografica inglese ed americana (1); esso non implica perciò nè riferimenti all'età né indicazioni sullo stato di conservazione della roccia. La definizione viene inoltre mantenuta anche per quelle rocce che in seguito ad azioni pneumatolitico-idrotermali hanno un diverso contenuto mineralogico ma sono evidentemente derivate da diabasi.

Ai due gruppi delle « porfiriti » sembra opportuno aggiungere l'aggettivo « diabasiche » sia per gli evidenti rapporti genetici e petrochimici esistenti fra essi ed i veri e propri diabasi, sia perchè a quest'ultimi sono legati da serie complete di termini di transizione.

a) *Diabasi propriamente detti*

Come tipico rappresentante medio del gruppo dei diabasi p.d. ritengo possa essere assunto il filone che si rinviene lungo la mulattiera da S. Clemente, a Nord di Edolo, q. 1000 circa. Esso è compreso fra le filladi e le quarziti ed ha come queste una direzione E 30° N; ma mentre le rocce incassanti pendono all'incirca 70°-80° a N il filone immerge a S. La sua potenza varia da alcuni dm. a qualche metro.

La roccia è molto fresca, a grana grossa, di tinta verde scuro con plagioclasti grigio-verdognoli ben riconoscibili ad occhio nudo. La struttura è diabasico-granulare con la caratteristica disposizione raggiate delle liste plagioclastiche fra le quali si annidano grossi individui pirossenici talora perfettamente conservati, tal'altra parzialmente sostituiti da prodotti uralitici. Qua e là si notano piccole lamine di biotite più o meno cloritizzate e, come componenti accessori, ilmenite, magnetite, apatite, pirite (vedi Tav. VII fig. 2).

I plagioclasti, che da soli costituiscono oltre il 40% dell'aggregato, sono rappresentati: a) da liste di miscele labradoritiche in associazione divergente, geminate e più o meno intorbide per incipiente alterazione o infiltrazione di prodotti cloritici; b) da plaghe albitico-oligoclastiche allotriomorfe limpidissime, non geminate, ad estinzione ondulata, spesso in accrescimento parallelo su individui del gruppo a).

(1) Sulla storia e sul significato originario ed attuale dei termini «diabase», «basalto» e «dolerite» che talora vengono usati come sinonimi, A. Johannsen [12, 13] ha fornito un interessante quadro.

a) Le misure sui plagioclasti di prima generazione, geminati semplici o doppi eseguite al T.U., hanno dato:

Angolo massimo di estinzione in zona 1 a (010): $32^\circ = 60\%$ An

Angoli di estinzione in zona simmetrica di geminati albite-Carlsbad:

- | | | |
|------------------------|------------------------------|---|
| 1) - Cristallo medio | I 29° , II 20° | = 58% An |
| 2) - » » | I 30° , II 9° | = 60% An |
| 3) - » » | I 32° , II 12° | = 61% An |
| 4) - Cristallo piccolo | I 28° , II 21° | = 55% An; ($2V_\gamma = 86^\circ$) |

Angolo degli assi ottici nei cristalli medi $2V_\gamma = 79^\circ \pm 1^\circ$.

Un accurato controllo dell'orientazione dell'indicatrice ottica rispetto ai piani di sfaldatura e di geminazione permette di confermare, con l'aiuto degli stereogrammi di D. Kaaden (1951) [27] tali determinazioni e di accertare la presenza, in misura subordinata, di geminati Manebach; indica inoltre, come fatto probabile, che i feldspati in questione sono presenti nelle loro *modificazioni di bassa temperatura*.

Ciò risulta anche dalla misura, fatta sugli stereogrammi ottenuti al T.U., degli angoli fra le normali ottiche, le bisettrici e gli assi ottici coniugati degli individui geminati. In geminati «albite» al 60% An ho trovato infatti fra le direzioni n_β valori medi di 52° che cadono quasi esattamente sulla curva relativa ai plagioclasti di bassa temperatura data da Köhler [27]; per la corrispondente modificazione di alta temperatura si dovrebbe avere un valore di 60° .

Anche gli angoli fra le bisettrici sia in geminati «albite» come in quelli «albite-Carlsbad» presentano valori sempre in maggior accordo con le curve di bassa temperatura. Così ad es. in un piccolo geminato albite Carlsbad, sulla base della misura degli angoli di estinzione coniugati in zona 1 a (010) (I = 28° , II = 21°) e dell'angolo degli assi ottici ($2V_\gamma = 86^\circ$) si determina un contenuto del 55% An. I diagrammi di Köhler per i geminati albite-Carlsbad dei plagioclasti con tale composizione offrono le migliori possibilità di distinzione fra le modificazioni di alta e bassa temperatura per l'angolo fra le bisettrici n_γ . Dalla proiezione stereografica si ricava il valore $n_\gamma : n_\gamma = 26^\circ$ al quale corrisponde, nella curva di bassa temperatura, un contenuto del 54% An ed in quella di alta temperatura un contenuto del 37% An. E' evidente come sia senz'altro accettabile il primo valore che è in buon accordo con tutte le determinazioni fatte sullo stesso cristallo con altri metodi.

b) Le misure sui bordi di riaccrescimento dei plagioclasti o sulle plaghe allotriomorfe hanno dato:

Angolo massimo di estinzione in zona 1 a (010) = -11°

Angolo degli assi ottici $2V_\alpha = 95^\circ - 97^\circ$

Se ne deduce un contenuto medio del 10% An in termini albitico-oligoclastici di bassa temperatura.

Il *pirosseno* è quasi incolore o tendente al violetto. Non è presente in distinte generazioni ed anche nei cristalli maggiori non si notano sensibili zonature. Da numerose misure dell'angolo di estinzione e dell'angolo degli assi ottici ho ottenuto:

$$c : \gamma = 46^\circ-50^\circ ; 2V_\gamma = 47^\circ-50^\circ$$

TABELLA 1

Filone diabasico a N di Edolo, q. 1000, lungo la mulattiera di S. Clemente.

	% in peso	% mol.	<i>Composizione mineralogica osservata</i> (% in volume)	
SiO ₂	43,34	48,3	Plagioclasi	42
Al ₂ O ₃	12,55	8,2	Augite	21
Cr ₂ O ₃	0,08	—	Anfibolo uralitico e tremolitico	16
Fe ₂ O ₃	2,23	0,9	Biotite ± cloritizzata	14,5
FeO	11,63	10,9	Ilmenite, magnetite, pirite	6
MnO	0,35	0,3	Apatite	0,5
MgO	8,94	14,9		
CaO	7,57	9,1		
Na ₂ O	2,49	2,7		
K ₂ O	1,83	1,3		100,0
TiO ₂	3,63	3,0		
P ₂ O ₅	0,88	0,4		
H ₂ O—	0,21		<i>si</i> 98,5; <i>al</i> 16,5; <i>fm</i> 56,5; <i>c</i> 18,5;	
H ₂ O+	3,56		<i>alc</i> 8,5; <i>k</i> 0,32; <i>mg</i> 0,53; <i>ti</i> 6,2;	
CO ₂	0,19		<i>p</i> 0,8; <i>c/fm</i> 0,33; <i>qz</i> —35,5	
Cl	0,17		magma gabbroide essexitico	
S	0,39			
—O≡S+Cl	0,19			
	99,85	100,0		

Analista: G. SCHIAVINATO

Base		Catanorma		Variante	
Q	22,0	Or	11,2	Ab	22,1
Kp	6,8	Ab	22,1	An	19,5
Ne	13,3	An	19,5	Bi	17,9
Cal	11,5	Wo	4,3	Di	8,6
Cs	4,0	Hy	8,0	En	7,6
Fs	2,5	Fa	2,9	Hy	8,8
Fa	14,0	Fo	19,4	Ant	3,9
Fo	19,4	Mt	2,5	Mt	2,5
Ru	2,6	Ilm	5,2	Ilm	5,2
Cp	1,8	Cp	1,8	Cp	1,8
Pr	1,0	Hl	0,6	Hl	0,6
Hl	0,6	Pr	1,0	Pr	1,0
Ce	0,5	Ce	0,5	Ce	0,5
	100,0				

$$\pi = 0,36 ; \quad \gamma = 0,10 ; \quad \mu = 0,49 ; \quad \alpha = 0,07$$

Tali caratteri corrispondono a quelli di una augite tendente alla titanaugite. Come mostra anche la fig. 2 della Tav. VII, mentre alcuni individui pirossenici sono pressochè inalterati, altri risultano più o meno sostituiti da un fine feltro verdognolo di *anfibolo tremolitico o uralitico* il quale a sua volta passa in qualche punto a prodotti cloritici. Tali trasformazioni sono accompagnate da segregazione di ossido di ferro.

La *tremolite* non è pleocroica ed ha un angolo di estinzione $c : \gamma = 14^{\circ}\text{-}15^{\circ}$.

L'*uralite* ha struttura fibroso-raggiata o fibroso-parallela con sensibile pleocroismo:

α = giallo verdolino; β = verde chiaro; γ = verde azzurro-angolo di estinzione $c : \gamma = 12^{\circ}$.

Nel complesso l'augite, che nella roccia originaria doveva essere presente in quantità quasi pari a quella del feldspato, rappresenta ora poco più del 20% in volume dell'aggregato.

La *biotite* è presente in lamine a contorno irregolare e di dimensioni ridotte rispetto ai due costituenti mineralogici fondamentali, o addirittura in forma di relitti passanti a prodotti cloritici.

Magnetite in cristalli idiomorfi o in forma di minuta granulazione ovunque diffusa, *ilmenite* talora con bordo leucoxenico, *apatite* e *pirite* completano la serie dei costituenti mineralogici della roccia scelta come tipico esempio dei diabasi della zona di Edolo.

L'analisi chimica di questo diabase, i valori molecolari che ne derivano e le « norme molecolari », calcolate secondo il metodo proposto da Niggli [17], sono riuniti nella Tabella 1 accanto ai risultati dell'analisi mineralogica quantitativa eseguita al microscopio con l'aiuto del tavolino integratore.

Poichè dal calcolo della norma molecolare di catazona risulterebbero, in elevate percentuali, ortoclasio, olivina ed altri minerali che in effetti sono del tutto assenti nella nostra roccia è stata calcolata una « variante » attribuendo tutto il potassio alla biotite ed eseguendo altre trasformazioni dalle quali risulta nel complesso una composizione molecolare normativa sostanzialmente concordante con quella modale.

La descrizione petrografica ora fatta vale, con piccole varianti, per la maggior parte degli affioramenti di rocce diabasiche segnati nella allegata cartina geologica.

Per quanto concerne la struttura merita tuttavia di essere rilevata la tendenza verso aggregati decisamente ofitici nei diabasi a grana grossa del già ricordato esteso affioramento a Nord di Edolo fra Clot e Ciap (v. Tav. VII, fig. 1), e nei potenti filoni ai tornanti della strada fra Edolo e Incudine e nei pressi del Tiro a segno sulla strada per il passo dell'Aprica. Strutture intersertali compaiono invece in alcuni filoni più alti del Dosso Torricla e specialmente in quelli presso baite Fontana e ad W di baita Salina.

In tutti i diabasi propriamente detti, con struttura da ofitica a intersertale, i plagioclasti sono rappresentati da miscele labradoritiche (circa 60% An) in cristalli geminati listiformi, talora più o meno saussuritizzati, e da plaghe allotriomorfe limpide inalterate, spesso in accrescimento parallelo sui primi, molto ricche di albite (al massimo 10-12% An). Non di rado, e specialmente nei filoni più prossimi alle linee di dislocazione, le liste plagioclastiche sono rotte o contorte, con estinzione ondulata, in conseguenza di azioni meccaniche.

Piuttosto variabile da roccia a roccia è il grado di alterazione del pirosseno. Dallo stadio di limitata uralitizzazione al quale ho accennato in precedenza e che è illustrato nella fig. 2 della Tav. VII, si passa a stadi di trasformazione molto più progrediti come quello illustrato dalla fig. 3 della stessa Tav. VII per il filone sopra casa Niccolina ad W di Edolo. Non mancano esempi di sostituzione completa dell'augite da parte di anfiboli uralitici o actinolitici a loro volta alterati in clorite. Questi anfiboli «secondari» che di norma costituiscono un finissimo feltro di lamelle, assumono talora uno sviluppo notevole tanto da apparire in cristalli ben formati con evidente sfaldatura a losanga.

Ciò vale ad esempio per alcuni filoni del Dosso Torricla, precisamente quelli presso baite Fontana, Salina e Ciap.

In qualcuna delle rocce riferibili a questo gruppo di diabasi propriamente detti, ed in maniera più tipica nel filone di q. 1150 a N del Cimitero di Edolo ed in quello presso il Tiro a segno, oltre all'anfibolo verde, «secondario», compare anche un anfibolo bruno, pleocroico, probabilmente «primario», in accrescimento parallelo sull'augite.

b) *Porfiriti diabasiche.*

A questo gruppo appartengono rocce che, pur avendo la stessa composizione mineralogica dei diabasi descritti nel precedente pa-

ragrafo, se ne distinguono per i caratteri strutturali cioè per lo sviluppo di veri e propri fenocristalli di pirosseno e di plagioclasio in una massa di fondo microcristallina. In effetti, dato anche lo stato di alterazione dei costituenti mineralogici fondamentali, per lo più avanzato e spesso variabile da punto a punto di una stessa roccia, la distinzione diviene spesso discutibile o soggettiva. In attesa di studi più approfonditi su altri campioni di regioni limitrofe, mi limito a segnalare la presenza di rocce riferibili a questo gruppo nell'alta Val Finale e nelle pendici Nord orientali del M. Faet.

c) *Porfiriti diabasiche anfiboliche.*

Sono rocce plagioclasico-anfiboliche con evidente struttura porfirica, molto ricche di orneblenda bruna ma contenenti ancora un pirosseno augitico simile a quello dei diabasi per le caratteristiche proprie e per i prodotti di alterazione dai quali talora è quasi totalmente sostituito.

Non molto diffuse nella nostra regione, queste rocce hanno i loro più tipici rappresentanti in due filoni quasi identici, l'uno a NE, l'altro a SW della cima di M. Faet. Il secondo, che taglia la mulattiera verso Baita Bruno a q. 1460, viene qui particolarmente descritto.

La roccia è verde scura, fanerocristallina, con struttura porfirica per la presenza di elementi prismatici di orneblenda bruna, che raggiungono mezzo cm di lunghezza, in un fondo microgranulare costituito essenzialmente da plagioclasii, anfiboli, magnetite (v. fig. 4, Tav. VII).

Il *plagioclasio* è rappresentato da due tipi distinti: il primo e più diffuso è generalmente allotriomorfo, tende ad avere uno sviluppo isometrico ed appare notevolmente intorbidito per un processo di avanzata alterazione; oltre a sostanza caolinica di aspetto terroso si notano talora nei cristalli plagioclasici innumerevoli lamelle di sericite con disposizione orientata o nidi di prodotti saussuritici. Le misure per la determinazione di questo tipo di feldspato risultano generalmente difficili ed incerte. Posso tuttavia fornire i seguenti dati: indici superiori al balsamo; angolo massimo di estinzione in zona \perp a (010) = 20° ; angolo degli assi ottici $2V_\alpha = 85^\circ$.

Questi valori corrispondono a quelli di miscele andesiniche al 35-37% An.

TABELLA 2

Porfiriti diabasica anfibolica, mulattiera da M. Faet a baite Bruno, q. 1460

	% in peso	% mol.		
SiO ₂	46,86	51,2	<i>Composizione mineralogica osservata</i> (% in volume)	
Al ₂ O ₃	11,96	7,8		
Cr ₂ O ₃	0,06	—	Plagioclasio	28,5
Fe ₂ O ₃	4,54	1,9	Orneblenda bruna *	45
FeO	7,76	7,2	Anfibolo verde *	17,5
MnO	0,35	0,3	Augite	3
MgO	9,94	16,1	Ilmenite, magnetite	5,5
CaO	8,68	10,1	Apatite	0,5
Na ₂ O	3,04	3,2		
K ₂ O	0,63	0,5		
TiO ₂	1,65	1,3		
P ₂ O ₅	0,88	0,4	* In parte cloritizzati	
H ₂ O—	0,19			
H ₂ O+	2,49		<i>si</i> 105; <i>al</i> 16; <i>fm</i> 56; <i>c</i> 20,5;	
CO ₂	0,25		<i>alc</i> 7,5; <i>k</i> 0,12; <i>mg</i> 0,59; <i>ti</i> 2,8;	
Cl	0,16		<i>p</i> 0,8; <i>c/fm</i> 0,37; <i>qz</i> —25	
S	0,31		magma kaulaitico (gabbroide sodico)	
—O≡S+Cl	0,16			
	99,59	100,0	Analista: G. SCHIAVINATO	

Base		Catanorma		Variante	
Q	24,6	Or	4,0	Ab	26,5
Kp	2,4	Ab	26,5	An	3,0
Ne	15,9	An	19,0	Ms	5,6
Cal	11,0	Wo	5,6	Zo	12,8
Cs	6,0	Hy	9,1	Ho	20,6
Fs	4,9	En	14,8	Hy	2,9
Fa	9,2	Fo	9,9	En	1,0
Fo	21,0	Ilm	2,4	Ant	16,2
Ru	1,2	Mt	4,9	Q	0,3
Cp	1,7	Cp	1,7	Ilm	2,4
Hl	0,6	Hl	0,6	Mt	4,9
Pr	0,8	Pr	0,8	Cp	1,7
Ce	0,7	Ce	0,7	Hl	0,6
				Pr	0,8
				Ce	0,7
	100,0				

} 29,3=L
 } 49,5
 } 29,5
 } 18,4 Sauss
 } Anfib.
 } 3,9 Piros.
 } Antig.
 } Access.

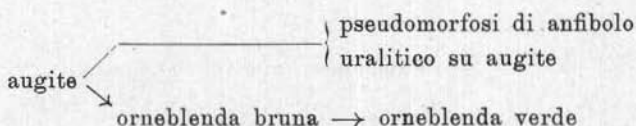
$$\pi = 0,37 ; \quad \gamma = 0,15 ; \quad \mu = 0,51 ; \quad \alpha = 0,37$$

A questo tipo di plagioclasio si associa, in quantità molto subordinata, un feldspato in plaghette limpide allotriomorfe, indici di rifrazione nettamente inferiori al balsamo, angolo massimo di estinzione in zona \perp a (010) dei geminati albite = -11° , birifrangenza negativa. Trattasi evidentemente di albiti quasi pure, di bassa temperatura e di genesi tardiva.

L'*orneblenda* bruna costituisce quasi la metà in volume della roccia. Presenta gli stessi caratteri sia nei fenocristalli come nella minuta ed uniforme generazione del fondo. Pleocroismo intenso con: γ = bruno scuro, β = bruno, α = giallobruno. E' spesso intimamente associata o addirittura concresciuta con una *orneblenda verde* caratterizzata dal seguente assorbimento: γ = verde azzurro, β = verde, α = giallo chiaro.

In vari punti della roccia ed anche all'interno di qualche cristallo di *orneblenda* si notano nidi di *anfibolo uralitico* evidentemente derivati da originari elementi di *augite* di cui rimangono molto spesso ancora tracce o frammenti con caratteri analoghi a quelli dei pirosseni dei diabasi descritti nei precedenti paragrafi.

In complesso si hanno tre distinte generazioni di *anfibolo* ed una di pirosseno; i loro rapporti paragenetici possono essere così schematizzati:



Tale successione è documentata anche dalla fig. 4 della Tav. VII nella quale un fenocristallo di *orneblenda* bruna ingloba parzialmente un *anfibolo* verde evidentemente derivato da un pirosseno.

Notevole l'abbondanza e l'idiomorfismo dei cristalli di magnetite ben visibili nella citata microfotografia.

Prodotti cloritici in prevalenza con caratteri di *antigorite* sono abbastanza sviluppati a spese dell'*anfibolo*.

Nella Tabella 2 sono riportate le analisi chimica e mineralogica della porfiritte diabasica ora descritta; vi figurano altresì i « valori Niggli », la classificazione magmatica, la norma molecolare e la variante *anfibolica*. In quest'ultima sono calcolate anche, in elevate percentuali, prodotti di alterazione di tipo saussurítico e cloritico la cui determinazione quantitativa al microscopio risulta praticamente impossibile.

Chimismo delle rocce diabasiche.

Dai dati analitici riportati nelle Tabelle 1 e 2 appare già evidente una notevole affinità di composizione chimica tra rocce con struttura e facies mineralogica diverse: diabasico-granulare con composizione plagioclasico-pirossenica la prima, porfirica con composizione plagioclasico-anfibolica l'altra. È già questo un chiaro indizio dei rapporti di consanguineità esistenti fra questi due tipi di rocce, rapporti che trovano conferma nella esistenza di termini di transizione ai quali ho avuto occasione di accennare nella parte petrografica di questo lavoro. Fra i tipici diabasi pirossenici sono stati infatti illustrati casi di concrescimento di orneblenda bruna su augite; nelle porfiriti anfiboliche sono stati riconosciuti nuclei di augite, o prodotti uralitici sicuramente derivati da questa, entro ai fenocristalli di orneblenda bruna.

Ad una differenza nella composizione dei plagioclasii di prima generazione che risultano sensibilmente più calcici nei tipici diabasi, fa riscontro un parallelismo nella natura del plagioclasio di genesi tardiva che in entrambi i tipi di roccia è albitico o albitico-oligoclasico.

Anche il quadro dei processi di trasformazione o di alterazione dei minerali ferromagnesiaci per azioni pneumatolitico-idrotermali in fase autometamorfica è identico.

Tutto questo sembra giustificare il criterio di far rientrare nel gruppo delle rocce diabasiche anche quelle porfiriti anfiboliche che, considerate a sè, potrebbero far pensare a manifestazioni magmatiche particolari nella nostra regione. Le differenze di facies mineralogica vanno evidentemente ricondotte a diversità di condizioni geologiche e soprattutto di profondità al momento della solidificazione. Il fatto che le facies decisamente porfiritico-anfiboliche siano limitate alla zona del M. Faet sta a sostegno di questa tesi. Le cause più attendibili della comparsa di facies anfiboliche potrebbero risiedere in un maggior contenuto di acqua ed una più bassa temperatura.

A meglio precisare il tipo petrochimico delle rocce in questione vale il diagramma della fig. 1 nel quale sono riportati i punti rappresentativi delle facies analizzate secondo i raggruppamenti fondamentali delle « basi » Q, L ed M calcolati con il noto metodo della norma molecolare di Niggli [17].

TABELLA 3

*Composizione chimica e valori molecolari dei diabasi
nella zona di Edolo (1)*

	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	43,34	46,86	47,78	45,03	46,62	44,92
Al ₂ O ₃	12,55	11,96	10,72	14,98	10,37	10,37
Cr ₂ O ₃	0,08	0,06	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃	2,23	4,54	0,81	} 13,95	5,35	7,63
FeO	11,63	7,76	8,52		9,76	7,44
MnO	0,35	0,35	—	—	—	—
MgO	8,96	9,94	7,28	7,41	8,70	8,86
CaO	7,57	8,68	8,76	10,58	7,39	8,98
Na ₂ O	2,49	3,04	3,88	3,85	3,32	4,51
K ₂ O	1,83	0,63	1,39	1,29	1,59	1,74
TiO ₂	3,63	1,65	2,58	2,89	3,48	2,04
P ₂ O ₅	0,88	0,88	0,89	tr.	0,43	1,05
H ₂ O—	0,21	0,19	} 0,88	} 0,96	} 3,21	} 2,02
H ₂ O+	3,56	2,49				
CO ₂	0,19	0,25	0,24	—	0,12	0,25
Cl	0,17	0,16	0,10	—	0,05	0,17
S	0,39	0,31	—	—	—	—
—O≡S+Cl	0,19	0,16	0,02	—	0,01	0,03
Totale	99,85	99,59	99,81	100,94	100,37	99,91
si	98,5	105	110	98	107	97
al	16,5	16	14,5	19	14	13
fm	56,5	56	53	46	58	54
c	18,5	20,5	21,5	24	18	21
alc	8,5	7,5	11	10	10	12
ti	6,2	2,8	4,4	4,7	6,1	3,6
p	0,8	0,8	1,0	tr.	0,5	0,9
qz	—35,5	—25	—34	—42	—33	—41
Q	22	24,6	22,6	20,5	22,2	16,9
L	31,6	29,3	31,3	37,5	29,8	32,8
M	42,5	42,3	43,4	42	45,7	47,7
Cp	1,8	1,7	2,1	—	1,0	2,0
Hl	0,6	0,6	—	—	—	—
Pr	1,0	0,8	—	—	—	—
Ce	0,5	0,7	0,6	—	0,2	0,6
π	0,36	0,37	0,15	0,32	0,19	0,06
k	0,32	0,12	0,19	0,18	0,24	0,20
γ	0,10	0,15	0,20	0,23	0,17	0,22
mg	0,53	0,59	0,47	0,52	0,52	0,52
μ	0,49	0,51	0,36	0,37	0,41	0,39
α	0,07	0,37	0,12	—0,35	0,15	—0,31

(1) Rocce analizzate, v. elenco a pagina di fronte, numeri 1-6.

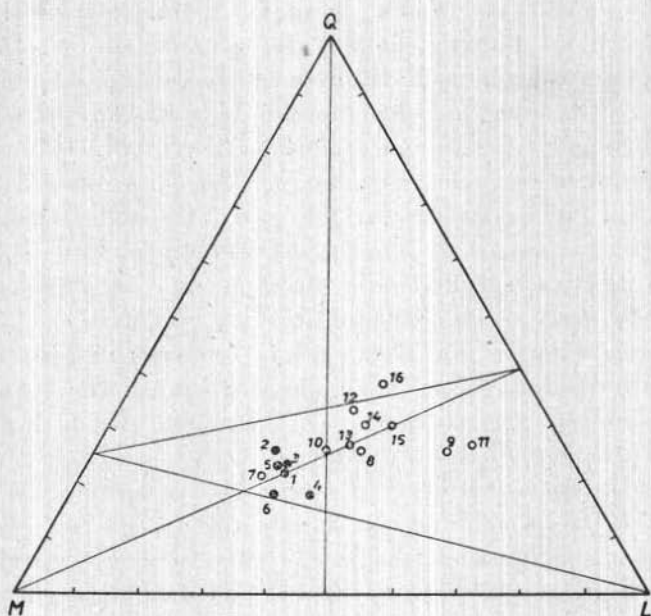


Fig. 1 — Diagramma QLM, secondo Niggli, per le rocce diabasiche della zona di Edolo (cerchietti pieni, numeri 1-6) e per i filoni basici del massiccio eruttivo dell'Adamello (cerchietti vuoti, numeri 7-16). Spiegazione dei numeri della figura e della tabella delle analisi riportata nella pagina di fronte:

- 1 - *Filone diabasico* a N di Edolo, q. 1000, pr. S. Clemente (anal. SCHIAVINATO)
- 2 - *Porfirite diabasica anfibolica*, q. 1460, da M. Faet a b. Bruno (anal. SCHIAVINATO)
- 3 - *Filone diabasico* di Corteno (anal. AZZINI)
- 4 - *Filone diabasico* di Galleno (anal. AZZINI)
- 5 - *Filone diabasico* di Santicolo (anal. AZZINI)
- 6 - *Filone diabasico* di Santicolo, *facies marginale* (anal. AZZINI)
- 7 - *Porfirite anfibolica*, parete S del Blumone (anal. COLBERTALDO)
- 8 - *Porfirite augitico-orneblendica*, parete SW del Blumone (anal. COLBERTALDO)
- 9 - *Minette*, Rif. Segantini, valle d'Amola (anal. FENOGLIO)
- 10 - *Porfirite anfibolica*, parete S del Blumone (anal. COLBERTALDO)
- 11 - *Minette*, vallone Scarpacò (anal. FENOGLIO)
- 12 - *Filone pirossenico-anfibolico*, M. Frerone (anal. BRUNO)
- 13 - *Filone gabbrodioritico anfibolico*, M. Blumone (anal. COLBERTALDO)
- 14 - *Porfirite anfibolico-plagioclasica*, Farinas del Frerone (anal. DE LUCCHI)
- 15 - *Porfirite augitico-orneblendica*, M. Costone (anal. SESSO)
- 16 - *Porfirite*, q. 3254 del Baitone (anal. SCHIAVINATO)

Nello stesso diagramma figurano i punti relativi alle analisi di quattro filoni diabasici della Valle di Corteno (cioè di una zona che rappresenta la immediata prosecuzione verso occidente dell'area compresa nella allegata cartina) eseguite da F. Azzini [1 e 2]. I dati analitici completi per le rocce considerate ed i « valori molecolari » che se ne deducono sono riportati per comodità nella Tabella 3.

Ai fini di questa trattazione non è possibile tener conto di alcune vecchie analisi di filoni diabasici del gruppo dell'Adamello, eseguite da Riva, a causa della incompletezza delle determinazioni chimiche e della scarsa attendibilità di alcuni dati.

Particolarmente significativa è la tendenza dei punti rappresentativi a localizzarsi nel triangolo Q, L ed M in uno spazio molto ristretto che risulta compreso nell'area indicata da Niggli come caratteristica per i basalti alcalini.

Considerato lo stretto intervallo di variazione dei « valori molecolari » delle sei rocce analizzate torna utile ricavare da essi una formula magmatica media che valga a meglio caratterizzare il tipo magmatico dei nostri diabasi ed a rendere più agevoli e significativi eventuali confronti. Riporto pertanto qui di seguito le medie dei coefficienti *si*, *al*, *fm*, *c*, *alc*, *k*, *mg* e, fra parentesi quadre, i limiti di variazione degli stessi:

<i>si</i> 103	<i>al</i> 15,5	<i>fm</i> 54	<i>c</i> 20,5	<i>alc</i> 10	<i>k</i> 0,20	<i>mg</i> 0,5
[97-110]	[13-19]	[47-58]	[18-24]	[7,5-12]	[0,15-0,25]	[0,5-0,6]

Confrontando questi valori con quelli dei tipi magmatici fondamentali di Niggli, si rileva come essi si inquadrino perfettamente fra quelli dei magmi di serie sodica del gruppo « melanatrongsabbroide », trovando particolari analogie nel tipo *kaulaitico*, come risulta dal seguente prospetto:

	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alc</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>
diabasi di Edolo (media)	103	15,5	54	20,5	10	0,20	0,5
tipo kaulaitico (Niggli)	100	13	55	22	10	0,15	0,6

Con riferimento alla questione, posta fin dalla introduzione di questo lavoro, dei rapporti fra le rocce diabasiche e la massa eruttiva dell'Adamello è ora opportuno stabilire un confronto con le manifestazioni filoniane basiche sicuramente legate a quest'ultima.

Nel diagramma della fig. 1 sono a tale scopo riportati anche i punti relativi ad alcuni filoni scuri (otto porfiriti anfiboliche o pirosseniche e due minette contrassegnate con i numeri da 7 a 16) che per essere compresi nella massa granodioritico-tonalitica sono sicuramente prodotti di differenziazione della stessa. Fra tutte le rocce dell'Adamello finora analizzate sono queste dieci che, per alcuni caratteri di composizione chimica o mineralogica, consentono di stabilire qualche parallelo con quelle basiche filoniane o in massa comprese negli scisti di Edolo. Ciononostante un semplice esame della fig. 1 basta a dimostrare come il loro chimismo presenti nel complesso caratteri ben diversi da quelli dei diabasi. Unica apparente eccezione la porfiritite anfibolica della parete S del Cornone di Blumone che si proietta ai margini dell'area caratteristica per i nostri diabasi. Bisogna però a tale proposito rilevare che nella rappresentazione sintetica del diagramma Q L M alcune differenze del chimismo possono non risultare evidenti per un particolare gioco di compensi nei raggruppamenti delle « basi ». Nel caso specifico ad es. basterebbe osservare che i coefficienti molecolari *si* ed *alc* della porfiritite del Blumone presentano valori (87 e 4,5 rispettivamente) che sono ben lungi dal rientrare nei limiti di variazione dei coefficienti stessi forniti in precedenza per le rocce diabasiche. Inoltre anche una eventuale completa analogia sarebbe in questo caso poco significativa in quanto la porfiritite in questione rientra in un gruppo di rocce che, secondo gli studi di Di Colbertaldo sul gruppo del M. Blumone, presentano caratteri aberranti rispetto alla massa principale dell'Adamello a causa di pronunciati fenomeni di assimilazione.

Emerge comunque evidente il contrasto fra la variabilità di composizione chimica-mineralogica delle porfirite dell'Adamello, variabilità che è caratteristica per i sistemi filoniani legati ai grandi corpi intrusivi, e la uniformità del chimismo dei diabasi. E' noto come nelle moderne teorie petrologiche, tale uniformità, che è elemento peculiare delle manifestazioni diabasiche di numerosi distretti eruttivi in vari continenti, trovi giustificazione nella mancanza di fenomeni di differenziazione e di assimilazione nei magmi primari saliti attraverso fratture e consolidati in forma di diabasi.

Interessante risulta a tale riguardo il confronto fra il chimismo dei diabasi di Edolo e quello di analoghe rocce del Nordamerica,

dell'Inghilterra e della Scandinavia, i cui dati analitici sono riportati nel recente trattato di F. W. Barth [4, pag. 189] al quale rimando; dal confronto emergono sostanziali affinità sia nelle percentuali dei costituenti principali come nel generale carattere alcalino sodico dei magmi diabasici.

Elementi specifici dei diabasi di Edolo potrebbero tutt'al più essere riconosciuti nel basso tenore dell'alluminio ed in un maggior contenuto di magnesio.

Passando a considerare i diabasi del gruppo alpino della Silvretta che, pur appartenendo ad una diversa unità tettonica, sono geograficamente i più vicini alla nostra regione fra tutti i diabasi finora studiati, si rileva come ad una stretta analogia di caratteri strutturali, di composizione mineralogica e di processi di trasformazione in fase autometamorfica rispetto ai diabasi di Edolo non facciano riscontro altrettanto strette affinità di caratteri chimici. I diabasi della Silvretta, secondo le ricerche di Bearth [5] manifestano sotto questo aspetto una certa tendenza verso le trachidoleriti o le andesiti; ciò che ha fatto sorgere l'ipotesi, espressa da Barth [3, 4] che il magma dal quale hanno preso origine si sia in parte mescolato come quello proprio della zona di intenso ripiegamento nella quale si trovano.

Volendo stabilire dei paralleli che si prospettano senz'altro come assai significativi con il chimismo dei diabasi dell'Appennino ligure ed emiliano, studiati rispettivamente da M. Galli [10] e P. Gallitelli [11], è necessario tener conto del variabile ma per lo più avanzato grado di alterazione di queste rocce che hanno avuto ambienti genetici e vicende geologiche diversi da quelli dei diabasi di Edolo.

A conclusione delle considerazioni svolte si può affermare che nessun elemento esiste, sulla base dei dati petrochimici finora esistenti, a sostegno della tesi di coloro che vorrebbero ricollegare al magmatismo terziario dell'Adamello i diabasi degli scisti di Edolo; evidenti appaiono invece le analogie fra questi ultimi e la maggior parte dei diabasi finora conosciuti in forma di filoni, dicchi, o ammassi in varie regioni e che vengono correntemente interpretati come prodotti di solidificazione di un magma basaltico primario cioè non differenziato nè contaminato da processi di assimilazione.

Età delle rocce diabasiche.

Una esatta determinazione dell'età delle rocce di cui si tratta nel presente lavoro non è possibile allo stato attuale delle nostre conoscenze; si possono tuttavia porre dei limiti entro i quali essa è sicuramente compresa.

I filoni e le masse diabasiche della zona di Edolo affiorano nella formazione delle filladi quarzifere con micascisti e letti di quarziti ma hanno spesso una giacitura nettamente discordante rispetto a questi scisti sudalpini. Inoltre non mostrano segni di aver subito le azioni del metamorfismo regionale al quale questi ultimi devono i caratteri essenziali della loro struttura e sono quindi da considerarsi sicuramente postercinici.

D'altra parte, come ho ripetutamente rilevato nel capitolo dedicato alla distribuzione dei diabasi, specialmente in vicinanza della linea insubrica essi presentano fenomeni di scorrimento e di schiacciamento in conseguenza delle dislocazioni alpine. L'entità di questi fenomeni è tale da non poterli attribuire a movimenti tardivi di assestamento che effettivamente si sono verificati in alcuni punti del massiccio eruttivo dell'Adamello (¹).

Anche il fatto che i filoni diabasici, pur spingendosi (come nella zona di Monno) fino a breve distanza dalla linea insubrica sono bruscamente limitati dalla stessa, fa pensare che la loro iniezione sia avvenuta prima che si stabilisse il contatto tettonico fra scisti del Tonale e filladi sudalpine.

Nessuna correlazione genetica esiste d'altro lato fra i diabasi e la massa eruttiva dell'Adamello, come è stato dimostrato nel precedente capitolo. Agli argomenti basati sul chimismo si possono ora aggiungere a tale riguardo prove desunte da osservazioni di campagna, dalle quali risulta anche che i diabasi sono sicuramente più antichi delle stesse masse terziarie granodioritico-tonalitiche.

E' noto dalla letteratura petrografica sull'Adamello [6, 23] che i filoni basici sicuramente legati a questo massiccio rappresentano

(¹) Per limitarsi al settore occidentale del massiccio dell'Adamello, basta ricordare che mentre nella zona del Baitone la linea della Gallinera viene interrotta dalla tonalite (la quale risulterebbe perciò di età posttettonica o al massimo sintettonica) limitate zone di schiacciamento nella tonalite, quasi in prosecuzione della stessa linea di dislocazione, sono da Spitz [26] messe in rapporto a movimenti tardivi di assestamento.

i prodotti finali dell'attività magmatica e tagliano perciò indisturbati tutte le altre formazioni eruttive.

I filoni diabasici sono invece intersecati non solo dalle apliti terziarie, come si è detto in precedenza per la conca del Baitone, ma anche dalla massa eruttiva principale. Durante il rilevamento dell'Alta Val Malga ho accertato per es. che filoni diabasici compresi negli scisti sono tagliati dalle rocce tonalitiche e dioritiche verso il Passo del Coppetto e nella zona del M. Marsler. E' notevole poi il fatto che quando gli scisti incassanti sono interessati da azioni metamorfiche di contatto esercitate dalle masse eruttive dell'Adamello, tali azioni sono rilevabili anche nei diabasi per la presenza di biotite di nuova generazione. Tipico a tale riguardo è un filone profondamente uralitizzato negli scisti metamorfici di contatto a SW della Punta di Val Rossa.

Da quanto esposto si può concludere che esistono ormai validi motivi di carattere geologico e petrochimico per assegnare alle rocce diabasiche della regione di Edolo un'età *postercinica e prealpina*.

A conclusione del suo lavoro sui diabasi della Silvretta Bearth [5] esprime l'opinione che si tratti di manifestazioni eruttive tardoerciniche.

E' noto d'altra parte che sia nelle Alpi come negli Appennini molte rocce diabasiche, spilitiche, melafiriche, porfiritiche, gabbriche, ecc. sono riferite, alla pari delle loro facies metamorfiche, alle eruzioni basali o ofiolitiche; ed è altrettanto noto, che, per quanto la datazione cronologica delle ofioliti non sia sempre sicura, nella maggior parte dei casi la loro età vien fatta cadere nel mesozoico recente (giurese, cretaceo inferiore) giungendo al massimo fino al terziario antico.

L'insieme dei caratteri delle rocce considerate nel presente lavoro autorizza a considerarle come prodotti di consolidamento di magmi ofiolitici iniettati nella infrastruttura cristallina sotto la influenza cinetica della tettonica embrionaria alpina. La tendenza verso la serie alcalina, un pò più pronunciata nei nostri diabasi che nella media delle ofioliti mesozoiche, non dovrebbe essere in contraddizione con questo modo di vedere potendo essere imputata ad una minore differenziazione o contaminazione dei magmi originali consolidati negli scisti in zona relativamente profonda, rispetto a quelli che raggiunsero i sedimenti sul fondo della geosinclinale.

Riassunto.

Da oltre mezzo secolo è nota l'esistenza di filoni basici con struttura da porfirica ad ofitica entro gli scisti cristallini della zona di Edolo (mieascisti, filladi quarzifere, quarziti), a Sud della linea insubrica. Controverso è tuttavia il problema della età di queste rocce eruttive ed in particolare dei loro rapporti con il vicino massiccio eruttivo dell'Adamello.

Nel corso di rilevamenti e di studi geologico-petrografici in detta regione l'autore ha potuto raccogliere una larga messe di materiali e di osservazioni sugli affioramenti già noti e di individuarne numerosi altri analoghi finora sconosciuti. Fra questi ultimi sono comprese alcune masse eruttive di notevole estensione.

Dal complesso delle indagini effettuate sul terreno e degli studi chimici e microscopici finora eseguiti l'autore conclude che, nonostante le sensibili differenze di struttura e di composizione mineralogica, le rocce in questione presentano una stretta affinità magmatica e, contrariamente a quanto affermato da altri, esse sono sicuramente più antiche dei massicci eruttivi legati all'orogenesi alpina; non vanno perciò confuse con i filoni o le differenzazioni basiche della vicina massa granodioritico-tonalitica dell'Adamello.

Il chimismo debolmente atlantico dei filoni e delle masse diabasiche della zona di Edolo presenta strette analogie con quello delle rocce ofiolitiche mesozoiche, il che rende probabile l'ipotesi che la loro iniezione sia avvenuta sotto l'influenza della tettonica embrionaria alpina.

Istituto di Mineralogia dell'Università di Bari e Centro Studi di Petrografia e Geologia del C.N.R. presso l'Università di Padova.

BIBLIOGRAFIA

- [1] AZZINI F., *Filone diabatico negli scisti di Edolo*. «Atti soc. toscana Sc. nat.» 30, 1915.
- [2] AZZINI F., *I filoni diabatici della valle di Corteno*. «Atti soc. toscana Sc. nat.» 34, 1921.
- [3] BARTH-CORRENS-ESKOLA, *Die Entstehung der Gesteine*. Berlin, 1939.
- [4] BARTH F. W., *Theoretical Petrology*. 1952.
- [5] BEARTH P., *Die Diabasgänge der Silvretta*. «Schweiz. Min. Petr. Mitt.» Bd XII, pp. 147-179, 1932.
- [6] BIANCHI A.-DAL PIAZ G. B., *Il settore meridionale del Massiccio dell'Adamello*. «Boll. Uff. Geol. d'Italia» 6, pp. 1-78, 1937.
- [7] BURRI C.-NIGGLI P., *Die jungen Eruptivgesteine des Mittelerranen Orogens*. Teil I-II, Zürich 1945, 1949.
- [8] COZZAGLIO A., *Note esplicative sopra alcuni rilievi geologici in Val Camonica*. «Giorn. di Mineral.», 5, pp. 23-43, 1894.

- [9] DE SITTER L. V., *The Geology of the bergamase Alps, Lombardia, Italy.* «Leidse geologische medelingen, 14b, 1949.
- [10] GALLI M., *Studi petrografici sulle formazioni ofiolitiche dell'Appennino ligure. Nota I, I diabasi di Sestri Ponente.* «Period. Mineral.» 23, pp. 73-99, 1954.
- [11] GALLITELLI P., *Sui diabasi della Valle del Dragone nell'Appennino emiliano.* «Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.», 40, 1929.
- [12] JOHANNSEN A., *On the use of the terms «Diabase» and «Dolerite».* Journ. Geol., 35, p. 270, 1927.
- [13] JOHANNSEN A., *A descriptive petrography of the igneous rocks.* Vol III, 1949.
- [14] KARL F., *Über Hoch- und Tieftemperaturoptik von Plagioklasen und deren petrographische und geologische Auswertung am Beispiel einiger alpiner Ergussgesteine.* «Tscherm. Min. Petr. Mitt.» Bd 4, pp. 320-328, 1954.
- [15] KÖHLER A., *Drehtischmessungen an Plagioklaszwillingen von Tief- und Hochtemperaturoptik.* «Min. Petr. Mitt.» Bd 53, pp. 159-179, 1954.
- [16] NIGGLI P., *Die Magmetypen.* «Schweiz. Min. Petr. Mitt.» 16, pp. 335-399, 1936.
- [17] NIGGLI P., *Über Molekularnormen zur Gesteinsberechnung.* «Schweiz. Min. Petr. Mitt.» 16, pp. 295-318, 1936.
- [18] REINHARD M., *Universaldrehtischmethoden.* Basel, 1931.
- [19] RIVA C., *Le rocce paleovulcaniche del gruppo dell'Adamello.* «Mem. Ist. Lomb. Sci.» Vol. XVII, p. 159-227, 1896.
- [20] RIVA C., *Nuove osservazioni sulle rocce filoniane del gruppo dell'Adamello.* «Atti Soc. It. Sc. Nat.» 37, 1897.
- [21] ROSENBUSCH-OSANN., *Elemente der Gesteinslehre.* 1923.
- [22] SALOMON W., *Geologische und petrographische Studien am Monte Avio.* «Zeitschr. Deut. geol. Gesell.» pp. 449-555, 1890.
- [23] SALOMON W., *Die Adamallogruppe.* «Abh. d. Geol. Reichsanst.» 21, 1908-1910.
- [24] SCHIAVINATO G., *Studi geologico-petrografici sulla regione compresa fra Ponte di Legno, Passo del Tonale e Passo Gavia in Alta Val Camonica.* «Rend. Acc. Naz. Lincei» Ser. VIII, Vol. IV, pp. 736-743 e pp. 427-433, 1948.
- [25] SCHIAVINATO G., *Relazione sul rilevamento geologico-petrografico del Gruppo del Baitone.* «Rend. Soc. Mineral. Ital.» VII, 1951.
- [26] SPITZ A., *Zur Alterbestimmung der Adamellointrusion.* «Mitt. d. Geol. Gesell.» pp. 227-245, Wien 1915.
- [27] TRÖGER E., *Tabellen zur optischen Bestimmung der gesteinbildenden Minerale.* Stuttgart, 1952.

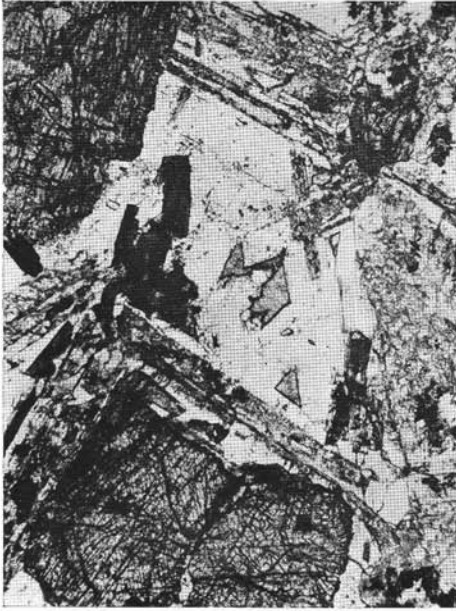


Fig. 1



Fig. 2

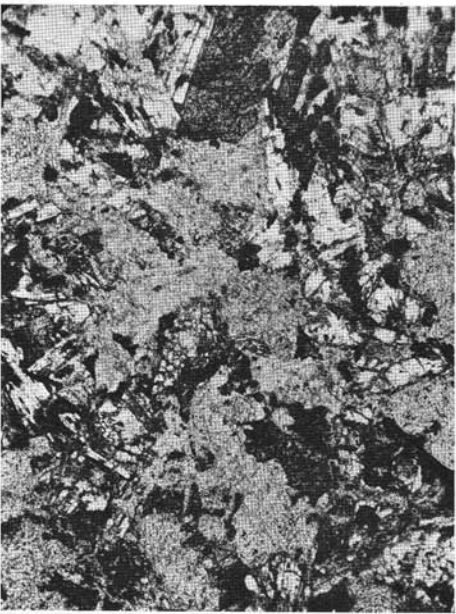


Fig. 3

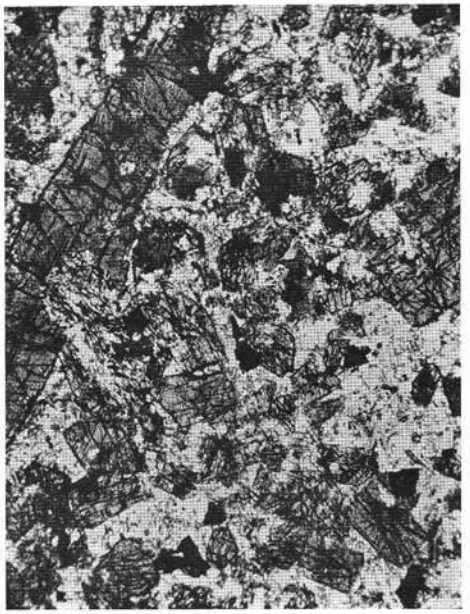


Fig. 4

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA VII

- Fig. 1 — *Diabase del grande affioramento presso Ciap a N di Edolo.* - Solo polarizzatore ingrandim. 32— Struttura marcatamente ofitica a grana molto grossa. Si noti il deciso allotriomorfismo del pirosseno augitico che, al centro della figura, occupa i vani triangolari fra le liste chiare di plagioclasio. Oltre ai grandi individui di augite si riconoscono piccole lamine scure di biotite.
- Fig. 2 — *Filone diabasico a N di Edolo, q. 1000 circa, lungo la mulattiera da S. Clemente.* - Solo polarizzatore ingrandim. 30— Grandi cristalli di augite con incipiente uralitizzazione, individui tabulari plagioclasici geminati e in associazioni divergenti, ossidi di ferro e biotite in piccoli elementi. (v. analisi chimica e descrizione a pagg. 243-246).
- Fig. 3 — *Filone diabasico, mulattiera sopra casa Niccolina ad W di Edolo.* - Solo polarizzatore ingrandim. 30— Resti di individui pirossenici in via di uralitizzazione, plagioclasii biotite ed ossidi di ferro immersi in un fine aggregato lamellare di anfibolo actinolitico e di prodotti cloritici.
- Fig. 4 — *Porfiriti diabasica anfibolica, mulattiera da M. Faet a baite Bruno, q. 1460.* - Solo polarizzatore, ingrandim. 30— Struttura granulare fino a porfirica. Un grosso individuo di orneblenda bruna ingloba parzialmente un cristallo di anfibolo verde pseudomorfo su augite. Il fondo chiaro è costituito da plagioclasii generalmente allotriomorfi con incipiente alterazione. (v. analisi chimica e descrizione a pagg. 248-250).